

ROZVOJ CENTRA OLOMOUCE NA BÁZI FRAKTÁLNÍ GEOMETRIE

Radan Volnohradský

Detailní popis historie a urbanistické struktury města Olomouce s vymezením jeho center nám poskytuje konzistentní informace pro aplikace fraktální teorie. Přes samotné vlastnosti fraktálů se práce dále zabývá specifickým fraktálem – Kochovou vložkou, kterou lze v zobecněné podobě aplikovat na plošný útvar města. Cílem je nalézt optimální kritéria pro rozvoj a vývoj území okolo historického centra. Dílčí závěry ve zjednodušené simulaci potvrdily přirozený růst ve třetí dimenzi, a to v optimální rovnováze s celkovým zahušťováním města a měřítkem stávající zástavby historického centra. Výsledek je doložen matematickým určením fraktálních dimenzí plochy a obvodu města a jejich vztahu ke zkoumané lokalitě.

Olomouc v kontextu městského centra

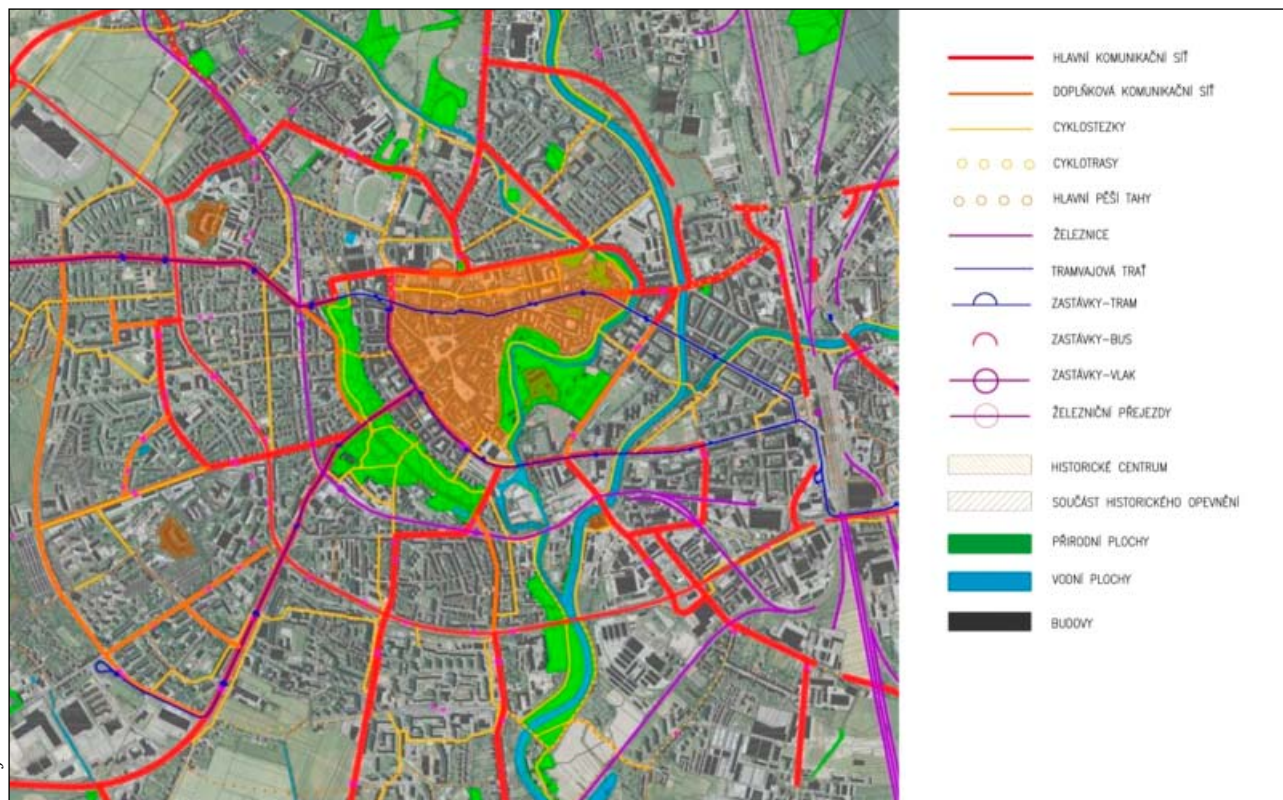
Struktura města

Olomouc je kulturním a správním centrem střední a severní Moravy. Geograficky zaujímá město specifickou polohu v centru úrodné, rovinnaté Hané, přičemž je od severovýchodu kryto masivem Nízkého Jeseníku. Geomorfologie terénu v měřítku samotného města se projevuje zřetelným návrším, jehož prostorová konfigurace je podřezána meandrující řekou Moravou. Právě zde můžeme pozorovat nejstarší stopy osídlení, které v průběhu

dějin daly vzniknout unikátnímu historickému jádru. Jeho jasné vymezení je spjata s lokalizací původní olomoucké pevnosti a navazujících obranných fortů. [1] Tím byla předurčena do jisté míry i radiální síť hlavních komunikací propojených dvěma vnitřními okruhy. Lépe se tak zpřístupnily i původně samostatné osady či celky, umístěné paprskovitě od historického jádra. Postupem času je organismus města úplně pohltil, nicméně u většiny z nich je stále patrný charakter lokálních center. Dalším výrazným činitelem je železnice, která prakticky odděluje východní část města a do jisté míry ovlivnila polohu průmyslových zón. [3]

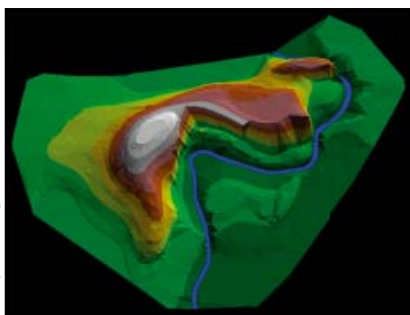
Urbanizační procesy a stabilní funkční plochy

V moderním vývoji města se vždy prolínaly urbanizační tendence spolu se suburbanizačními procesy, přičemž docházelo k vzájemnému prolínání v závislosti na čase a lokalitě. Ve 20. století nicméně převažuje urbanizace jako dominantní jev, který je až přibližně v 90. letech více kontaminován neřízenou suburbánní výstavbou rezidenčního charakteru. Objevují se i případy nezdravé komerční suburbanizace, které nespĺňují podmínku oddělení od kompaktního města. Z rozboru stabilních funkčních ploch za posled-



Zdroj: autor

Struktura města – cestní síť, historické centrum, železnice, zeleň



Geomorfologie olomouckého kopce (centrální návrší)

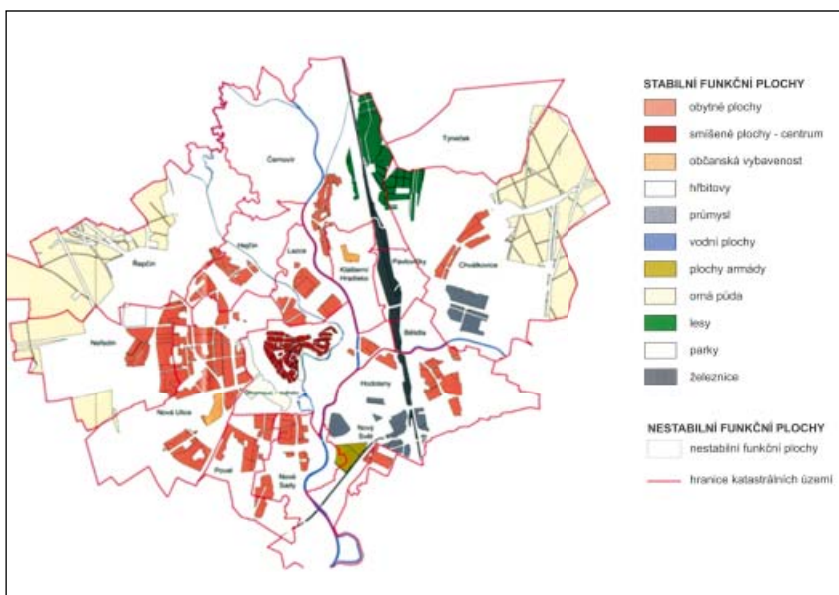
ních 80 let vyplývá, že průmyslové zóny zaujímaly a zaujímají podstatným dílem jihovýchodní a východní část města. V současnosti zde dochází k míchání funkcí a k časté přeměně na obytné a komerční plochy (revitalizace brownfields). Obytná funkce vykazuje obecně velkou stabilitu v západní a jihozápadní části města. Nestabilnější se jeví zemědělské plochy na západním a východním okraji města, ale i zeleň v intravilánu. Lze tedy usuzovat, že město netrpí nepřiměřeně prudkým rozvojem či přerodem (vyjma některých brownfields) a spíše si uchovává stabilní ráz, v některých ohledech až příliš statický. V souvislosti s novým územním plánem je dále patrné úsilí o zábranu urban sprawl, znatelná je i podpora rozvoje kompaktního města a rozšíření rekreačních ploch. [2] [3]

Vymezení městského centra

Hranice intravilánu města byly po několik staletí jasně vymezeny systémem bastionového opevnění. Samotné centrum města můžeme v té době pozorovat jako vnořený, plošně omezený útvar daný jasným uspořádáním soukromého a veřejného prostoru (náměstí). Po zbourání hradeb a jejich transformaci na městské parky dochází postupně od konce 19. stol k expanzi zástavby a pohlcování menších okolních sídel. Původní město za hradbami tím ale nedostává amorfnní tvar, nýbrž si udržuje osobitý charakter, a to i díky vzniklému zelenému prstenci. Postupem času dosahuje velikost městského centra hranic původní pevnosti a nabývá charakteru historického jádra s památkovou ochranou. V poslední době, kdy město spolko bez dalších plošných ambicí větší-

nu blízkých sídel a zakonzervované historické centrum neumožňuje růst či přerod zástavby, vyvstává potřeba dynamičtějšího rozvoje. Lokální centra pohlčených sídel tuto potřebu částečně reflektují, stejně jako některá brownfields, nicméně patrněji se jev projevuje na rozhraní historického centra a zbytku kompaktního města. Nový územní plán reaguje na tyto skutečnosti s přihlédnutím k hlavním dopravním uzlům a vymezuje městské centrum jako oblast zahrnující plochu téměř dvakrát větší než původní historické centrum,

orientovanou směrem k vlakovému nádraží. Součástí jsou i některá průmyslová brownfields a univerzitní kampus. [3] Pro účely následného rozboru bude relevantní ponechat přibližně zmíněnou hranici městského centra, přičemž z něj pomyslně vydělít právě historické jádro. Přes vědomí silné provázanosti obou celků tak umístíme do popředí zájmu území s velmi citlivou polohou a velkým potenciálem nejen v urbanisticko-ekonomicko-politickém kontextu. Důvody implicitně vyplývají z předchozích tezí a budou dále objasňovány.



Stabilní funkční plochy v útvaru kompaktního města



Vymezení městského centra (šrafovane historické jádro)

Historie olomoucké pevnosti

Pro plné pochopení struktury města a pozdější aplikaci fraktální teorie je nezbytné nahlédnout do historie olomoucké pevnosti. Od dob primitivního osídlení z eneolitu přes vyspělejší pravěká sídla, keltská oppida či římský tábor představovalo vždy území dnešní Olomouce strategický bod na obchodní trase. S příchodem Slovanů se tato pozice neustále upevňovala a počátkem 9. století se osada na olomouckém kopci stává silným správním a kulturním místem. První zmínky o Olomouci ze začátku 11. století jsou spojeny s Přemyslovci. Vliv města postupně sílí v souvislosti se sídlem moravského údělu a vznikem biskupství. Ve 13. století dosahuje plné ekonomické stability a rozkvětu. Následná kolonizace přinesla plošný růst i za hranice návrší a vznik osad v okolí. Za povšimnutí stojí, že plošná expanze a osidlování probíhalo z východu na západ a z vyšší nadmořské výšky do nižší. Zformovala se tak dnešní Horní a Dolní náměstí a s přelomem 14. a 15. století postupně již území nabývá charakter dnešního historického centra. Převládající rozmach města bere do rukou ve druhé polovině 16. století silná protireformace a následně třicetiletá válka. V oslabení podléhá město 1642 Švédům, což má za následek absolutní politický i ekonomický pád. Uvažovalo se i o úplné demolici města (ze 700 domů jich zůstalo 170). Obnovení hospodářského stavu přinesl až zájem Marie Terezie, která nechala vybudovat bastionovou pevnost (1742–1757) se stálou přítomností vojenské posádky čítající asi 5 000 mužů. Unikátní počin dle plánů inženýra Philippe Bechade de Rochepine představoval vytvoření bastionů s kasematními prostory, systémem ravelinů, dvěma rohovými a jednou předsunutou pevnůstkou a čtyřmi redutami při řece Moravě. Vstup do města byl redukován na čtyři brány. Svoji obranyschopnost mohla pevnost vyzkoušet pouze jednou při nájezdu pruských vojsk a dále postupně ztrácela na významu. Těsné vymezení města hradbami bránilo plynulému urbanistickému rozvoji, který byl již částečně směrově předurčen výstavbou železničního nádraží v polovině 19. stol. Roku 1886



Zdroj: www.mapy.vkol.cz/mapy

Bastionová pevnost Olomouc z roku 1842

dochází k odstranění hradeb a město se znovu nadechuje. Vznikají nové regulační a územní plány (Ilichman, Sitte) zabývající se plošnou a prostorovou expanzí zástavby. [1] [3]

Rozvoj města a nástin záměru fraktální teorie

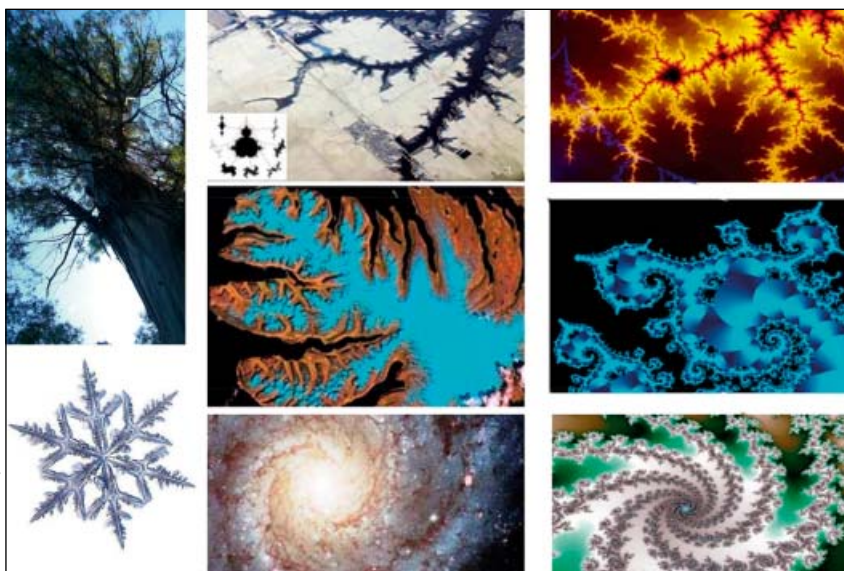
Transformace hranic v sobě vždy skrývá potenciál možného rozvoje zástavby a funkcí, nicméně v urbanistických měřítcích můžeme mluvit i o rozvoji v rámci hranic (např. formou zahušťování zástavby). V případě olomoucké pevnosti byly hradby (hranice) spíše nepropustnou bariérou a vnitřní život tak stagnoval. Od zbourání hradeb až po současnost je rozšiřující se hranice města stále otevřena dalšímu vývoji bez většího geomorfologického omezení. To vše vytváří skvělé předpoklady pro praktické zkoumání a aplikaci fraktálních teorií. Nejprve se budeme zabývat vlastní hranicí kompaktního města a predikcí jejího dalšího formování. Poznatků bude využito pro určení možného vývoje nového městského centra (již vymezeného výše). Historické centrum (původní olomoucká pevnost) bude bráno v potaz jako základní a referenční celek, nicméně vzhledem k jeho povaze památkové rezervace nebude nastíněn jeho další rozvoj. Téma má značně komplexní charakter a několik různých rovin nahlížení (architektura, sociologie, ekonomie, atd.), které přesahují kapacitní možnosti této práce. Omezíme se pouze na ploš-

ně prostorovou urbánní strukturu jako modelový příklad. Při aplikaci a zkoumání fraktálních struktur budeme vycházet z premisy, že jde o velmi časté, naprosto přirozené a bezúsilné vzorce a principy, které využívá příroda [4], a tudíž jejich aplikace v antropogenním prostředí je žádoucí, ať už z pohledu trvale udržitelného rozvoje či udržení obecné rovnováhy.

Fraktály

Podstata fraktálních struktur

Jak již bylo nepřímě naznačeno, fraktální struktury, resp. fraktály, lze pozorovat v různých podobách a formách v přirozeném přírodním prostředí či celém vesmíru od nepaměti. Nádherným příkladem mohou být sněhové vločky, vodní řečiště, systém větvení stromů či celé seskupení galaxií. V lidském těle najdeme viditelné fraktální uspořádání ve struktuře plicních sklípků, krevních cév či v závitěch mozku. V současnosti je hojně využívána i počítačová grafika k modelování složitých dynamických jevů. Přes dřívější solitérní pokusy se dostalo bližšího matematického popisu těmto zajímavým strukturám až ke konci 60. let minulého století, zejména přelomovou prací Benoita Mandelbrota. I když stále neexistuje spolehlivá a přesná definice fraktálů, lze na ně nahlížet jako na soubor soběpodobných a soběpříbuzných útvarů, jejichž podstatou je rozvíjení rekurzivního opakování al-

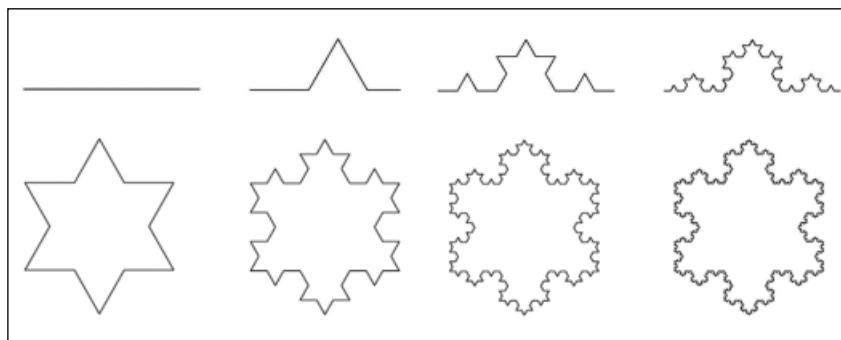


Zleva nahoře dolů: větvení stromu a sněhová vločka jako dobrý příklad soběpodobných útvarů – fraktálů. Odprostřed dolů: Přírodní fraktální struktury – vodní řečiště, členitost pobřeží, galaxie. Vpravo: počítačově generované fraktály.

goritmu s tím, že starší generace postupem času sílí. Výjimečným znakem, jenž souvisí se soběpodobným či soběpříbuzným rozvíjením, je invariance vůči změně měřítka. Při libovolném zvětšení či zmenšení vypadají mnozí obdoby. [4] [5] [6]

Mandelbrotova definice fraktálu zní: „Fraktál je množina, jejíž Hausdorffova dimenze je větší než dimenze topologická“. Běžná tělesa a útvary v našem okolí se dají popsat nebo zobrazit jako jistý konečný počet parametrů, které tato tělesa charakterizují. Mluvíme-li například o krychli, kouli, úsečce či Bézierově křivce, každý útvar má společnou vlastnost – můžeme mu přiřadit jisté celé číslo, které nazýváme počet rozměrů či dimenze daného útvaru (topologická dimenze). Pokud je poloha bodu definována pouze jedním číslem-souřadnicí (např. u úsečky, přímky, křivky), pak má dimenzi rovnu 1 (lze ji ale zobrazit např. v třírozměrném prostoru). Hladké plochy jako kruh, trojúhelník, n-úhelník mají dimenzi 2, krychle, koule válec nebo prostor kolem nás mají dimenzi 3 (protože je jednoznačné určení třemi souřadnicemi). Specifickým příkladem je bod s dimenzí 0.

Rozdělení na celočíselné dimenze není ale pro popis reálných struktur dostatečné. Klasickým případem je pobřeží ostrova. Budeme-li počítat jeho délku



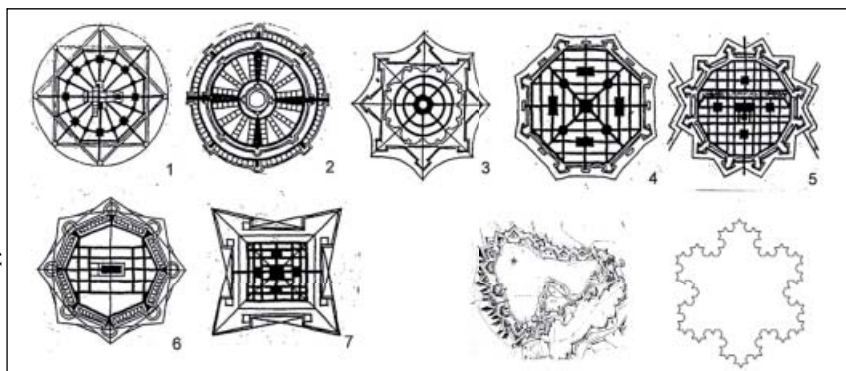
Vlevo nahoře: 3 iterace (zjemnění) Kochovy křivky – Zjemněním o jeden krok se každá úsečka z předchozího tvaru nahradí dvěma úsečkami s třetinovou délkou a rovnostranným trojúhelníkem sestrojeným uprostřed mezi dvěma novými úsečkami. Po n-tém kroku bude délka křivky $(4/3)^n$ délky původní úsečky. Dole: 4 iterace Kochovy vločky.

z mapy o určitém měřítku a následně použijeme podrobnější mapu a provedeme stejný úkon, zjistíme, že druhá hodnota bude větší. Logicky jsme dostali k dispozici větší počet detailů, což by bylo ještě patrnější, kdybychom chtěli ostrov měřit pěšky. Hladké křivky s dimenzí 1 mají v různých měřítcích vždy stejné konečné číslo, což nelze prohlásit o pobřeží ostrova, které leží někde mezi dimenzí 1 a 2 (není schopno vyplnit celou plochu). Hausdorffova dimenze není tedy celé číslo a udává, s jakou rychlostí délka útvarů roste do nekonečna. Vzhledem k tomu, že jde o přímý popis vlastnosti fraktálů, užívá se i název fraktální dimenze. [5] [7] [8]

Obecné užití fraktálu pro urbanismus a územní plánování

Podíváme-li se na zemský povrch z letecké perspektivy, můžeme pozorovat, že tzv. krajinná matrix vykazuje značný fraktální charakter. Podobně je tomu často i v případě výhradně urbanních částí (a to nejen organicky vzniklých). S výhodou můžeme použít simulace fraktální geometrie při hodnocení komplexních úloh, jakými jsou využití území, pokryv povrchu, klasifikace objektů či krajinných ploch. [9] Budeme-li hodnotit kvalitu urbanistického návrhu z fraktálního pohledu, zjistíme, že vážným prohřeškem proti zmíněným principům je absence některých velikostních kategorií prvků. Důsledek takového návrhu může vygradovat v ponurost panelákových sídlišť, kde jsou všechny

stavby stejně velké, je zde minimální množství zeleně a chybí vše mezi tím. Rovnoměrné rozmístění všech budov v monofunkční zóně tak, jak ho známe ze suburbánních satelitních městeček, je podobným příkladem, stejně jako historická nekontextuálnost takové zástavby. Z pohledu dneška je totiž i historie fraktálním souborem více a méně důležitých událostí. [10] Moderním funkčním příkladem aplikace fraktálů v tvorbě měst je americký Washington, kde je především v půdorysné stopě čtyřpoúhelníků [11], nebo dále australská Canberra se spoustou vnitřních odkazů na posvátnou geometrii. Historicky i Praha obsahuje tyto tajemné vzorce.



Zleva nahoře: Příklady ideálních renesančních měst 1. *La Sforzinda – Filarete (1460–1465)*; 2. *Fra Giocondo (Giovanni of Verona), c. 1433–1515*; 3. *Girolamo Maggi (or Maggi) (c. 1523–c. 1572) (1564)*; 4. *Giorgio Vasari (1598)*; 5. *Antonio Lupicini (c. 1530–c. 1598)*; 6. *Daniele Barbaro (1513–1570)*; 7. *Pietro Cattaneo (1537–1587)* Zprava dole: Kochova vložka. Pevnost Olomouc.

Kochova křivka – specifický fraktál

Následující popis poukazuje na útvar, jehož hranice vykazují známky fraktální struktury. Jedná se o Kochovu křivku se základním elementem ve formě úsečky. Zjemněním o jeden krok se každá úsečka z předchozího tvaru nahradí dvěma úsečkami s třetinovou délkou a rovnostranným trojúhelníkem sestrojeným uprostřed mezi dvěma novými úsečkami. Po n -tém kroku bude délka křivky $(4/3)^n$ délky původní úsečky. Hausdorffova dimenze je tudíž $4/\log 3 \approx 1,26$ (nejde o přímku s dimenzí jedna, ale ani o plochu s dimenzí 2). Použijeme-li jako výchozí tvar rovnostranný trojúhelník, pak vzniká Kochova vložka (Kochův ostrov), přičemž lze pozorovat, že její obsah $(8/5)$ původního trojúhelníka je konečný (nekonečně dlouhá křivka ohraničuje konečnou plochu),

čehož může být s výhodou využito při současném zkoumání tvarů a plochy. Iterace Kochovy křivky (Kochova ostrova) jsou patrné na obrázku. [7] [8]

Hranice města jsou zjevným ukazatelem jeho velikosti a tvaru. Při průzkumu forem ideálních renesančních měst, která jsou ve své podstatě velmi vyvinutým urbanistickým tvarem a mohou prakticky i dnes sloužit v jistých ohledech jako referenční rámec, můžeme spatřit velmi nápadnou podobnost s tvarem Kochovy vložky (viz obrázek). [5]

Historicky vzato je i původní olomoucká pevnost blízká těmto vzorům, což podtrhuje i následný převážně radiální vývoj města příliš neomezený geomorfologií terénu. Aplikace Kochovy vložky jako modelového fraktálního útvaru je tedy vhodná i pro hranice dnešního kompaktního města. Vztahem mezi

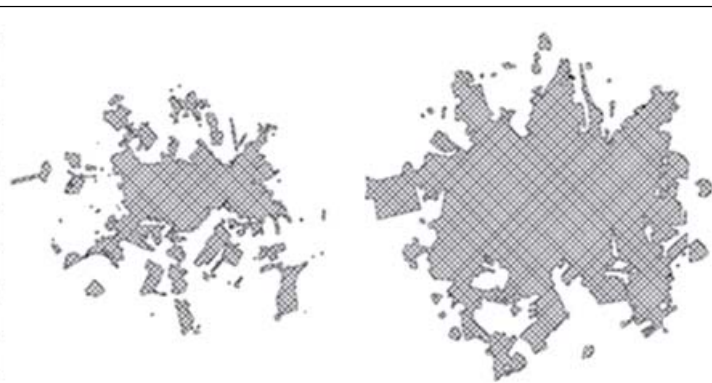
fraktální dimenzí a plochou, respektive obvodem města Olomouce, se poměrně podrobně zabývá diplomová práce Zbyňka Janošky z Univerzity Palackého. Zkoumá hranice kompaktního města v průřezu novodobější historií (1926–2006) na základě geografických dat. Příložená tabulka ukazuje vývoj plochy a obvodu města s určením fraktální dimenze (metodou box-counting). Ukazuje blízkost fraktální dimenze obvodu města s fraktální dimenzí Kochovy vložky. [8] Vyplyvá z ní i dobře známý jev, a sice že fraktální dimenze plochy města je přímo úměrná velikosti zastavěné plochy. S rostoucí plochou je tedy tvar města v prostoru složitější.

Aplikace fraktální teorie v kontextu centra Olomouce

Predikce vývoje města

Výše zmíněný jev má převážně lineární podobu, proto lze vyvodit i určitý budoucí vývoj. Přesnost takového počínání je samozřejmě značně ovlivněna kvalitou a kvantitou vstupních dat, procesním softwarem a nejvíce pak komplexností zpracovávaných údajů. V našem zjednodušeném případě můžeme nasimulovat přinejmenším jeden možný scénář. Fraktály v ploše mají dimenzi menší než 2 (topologická dimenze hladkých plošných útvarů je právě 2). Z tabulky lze spočítat, jakou plochu by město muselo zaujímat, aby fraktální dimenze, města byla velmi blízce rovna 2. Jedná se přibližně o 55 km², přičemž v současnosti kompaktní

Rok	Plocha (km ²)	D_{plocha}	Obvod (km)	D_{obvod}
1927	10,485	1,683	106,57	1,363
1971	21,188	1,758	116,61	1,284
1978	23,780	1,780	117,14	1,285
1991	28,028	1,808	108,12	1,268
2001	28,726	1,813	112,29	1,274
2003	29,064	1,816	111,28	1,272
2004	29,639	1,816	112,36	1,272



Zleva: Tabulka ukazující fraktální dimenze plochy a hranice (obvodu) Olomouce ve vybraných letech. Hranice zastavěného území města Olomouce 1927 a 2006

město zaujímá plochu cca 30 km². Je tedy pravděpodobné, že jakmile město dosáhne kritické hodnoty 55 km², jeho komplexnost v ploše se nebude moci dále zvětšovat a růst začne probíhat ve třetí dimenzi nejpravděpodobněji ve formě výstavby výškových domů (fraktální dimenze, ale i plocha města přitom dále porostou). Geometricky hladký útvar s topologickou dimenzí 2, ke kterému by vývoj města směřoval, lze přibližně určit jako kruh s obsahem 55 km². Město by se tedy rozšiřovalo přibližně do vzdálenosti 4,2 km (poloměr zmíněného kruhu), což je průměrně o 0,4 km více než je dnešní hranice. To ale zároveň předpokládá, že se zvýší fraktální dimenze obvodu, respektive hranic města ze stabilních hodnot okolo 1,272 (viz tabulka výše) na téměř 2. V praktické rovině by to znamenalo téměř neproveditelné zesložení celého útvaru města (pro srovnání – nejvyšší fraktální dimenze byla pozorována u Pekingu, a to 1,96). Pravděpodobnější tedy je vývoj, kdy město nedosáhne vypočteného plošného navýšení, ale bude se rozvíjet ve třetí dimenzi. [8] [12]

Oblast nového městského centra

Ve skutečnosti zmíněný děj již probíhá. Dle fraktálních zákonitostí by měl vertikální rozvoj probíhat ze směru od lokálních mikrocenter, jednoho hlavního centra, nebo naopak. [12] Vzhledem k zakonzervovanosti historického centra jej lze celé považovat za vztažný neměnný rámeček, od kterého můžeme rozvoj ve třetí dimenzi pozorovat. Právě toto území (nová část městského centra) je v současnosti velmi diskutováno v souvislosti s výstavbou výškových budov a kolosu nákupního centra Šantovka. Oprostíme-li se od názorové roviny a zjevných činitelů utvářejících tuto problematiku, pak je z pohledu fraktální geometrie přinejmenším žádoucí celé území vhodně zahustit zástavbou. Ta by ale měla v ploše navazovat na měřítko historického centra a ve třetí dimenzi by zase měla odpovídat rychlosti rozvoje kompaktního města, potažmo jeho plošné Hausdorffově dimenzi. Zjednodušeně řečeno: „Výškové budovy ano, ale v limitu samotného

geografického růstu a složitosti města a v plošném kontextu stávající zástavby.“ Dle výpočtů z programu Fractalyse (volně dostupný software na: www.fractalyse.org) se rovná fraktální dimenze obvodu historického centra přibližně 1,16 a jeho plocha 1,58. Pro udržení celistvosti, kompaktnosti a harmonického prostorového vývoje celého města se nabízí vzít tyto hodnoty jako výchozí minima pro oblast nového centra. Vnější maxima pak představuje nedosažitelná topologická dimenze 2, respektive v současnosti 1,27 (obvod) a 1,82 (plocha). [8] Zřejmě a žádoucí vzhledem k poloze a povaze oblasti by měla být konvergence k minimálním hodnotám.

Závěr – cíle a obecná použitelnost metody

Cíle práce

Město Olomouc hrálo po staletí významnou roli ať již v souvislostech obchodních, kulturních, církevních, vojenských nebo urbanisticko-architektonických. Detailní popis struktury města a jeho urbánních procesů v první části práce je dále doplněn o nezbytné historické milníky týkající se samotné olomoucké pevnosti. To vše spolu s jasným vymezením centra města vytváří konzistentní informace pro následné rozbory a aplikace fraktální teorie. V další části práce jsou teoreticky vysvětleny principy a vlastnosti fraktálů a objasněna matematická úloha jejich neceločíselné dimenze. Obecná zmínka o užití fraktálu v urbanismu je vystředána popisem konkrétního fraktálu – Kochovy křivky. Její rozvinutá podoba – Kochova vložka – je aplikována (díky zjevné podobnosti) na plošný tvar Olomouce. Přes dílčí výsledky bádání a zkoumání dimenzí útvarů v čase bylo cílem nalézt optimální kritéria pro vývoj městského centra. Zjednodušenou simulací vývoje města jsme dospěli k závěru, že rozvoj nové části městského centra přirozeně vyžaduje výškový růst zástavby v optimální rovnováze s jejím zahušťováním a měřítkem. Velmi jednoduše lze tuto tezi vyjádřit matematicky v rozmezí minima (1,16; 1,58) a maxima (1,27; 1,82) fraktální dimenze obvodu a plochy nové části

městského centra [8], přičemž by hodnoty měly směřovat ostřeji k minimu. Pro přesnější grafické simulace by se dalo použít modifikace Kochovy vložky (změnou určujících parametrů) sledující reálné hranice útvaru městského centra (například afinitu struktury k vlakovému nádraží) či celého města.

Obecná použitelnost metody

Již bylo několikrát zmíněno, že faktorů ovlivňujících růst a vývoj městského centra, potažmo celého města, je nespočetná řada. Pro dosažení optimálního výsledku by bylo proto potřeba provedení mnoha simulací a jejich komplexní zpracování. Nicméně i tak tkví výhoda fraktálů a fraktálních dimenzí pro použití v urbanismu a územním plánování především v relativně snadném, jednočíslném a lehce interpretovatelném popisu složitosti tvarů a struktur. [8] [12] Nastíněná metoda ukázala několik obecně platných závěrů. Fraktální dimenze zastavěného území s časem a plochou roste. Čím větší je město, tím se zvyšuje jeho složitost, a tím více se blíží geometricky hladkému útvaru. Takovým útvarem může být například kruh, který sám o sobě představuje nejúčelnější využití plochy a možnost radiální infrastruktury. Fraktální dimenze hranice města není naproti tomu ve většině případů příliš proměnným parametrem (v případě Olomouce téměř odpovídá dimenzi Kochovy vložky – 1,26), proto z jeho zkoumání nelze učinit uspokojivý závěr. Lze konstatovat, že i při velké ploše a složitosti města nemusí jeho hranice vykazovat žádnou změnu složitosti. Maximální plochu města taktéž nelze spolehlivě určit, protože idealizovaná simulace nepočítá s terénem, okolními sídly a dalšími podmínkami. Diskutabilní zůstává i výpočtový software a přesnost vstupních údajů. Přesto je opodstatněné se domnívat, že jde o poměrně zajímavou a účelnou metodu, která si zasluhuje pozornost a další zkoumání. Fraktály jsou přirozenou součástí našeho života jako celku a příroda je s výhodou používá. Je pouze otázkou času, kdy se nám podaří rozklíčovat tuto složitou jednoduchost a více tak přiblížit i antropogenní struktury přirozenému toku života na naší planetě.

Použité zdroje:

- [1] SCHULZ, J. a kol. *Olomouc – Malé dějiny města*. Univerzita Palackého Olomouc, Olomouc, 2002, 389 s. ISBN 80-244-0493-1.
- [2] BURIAN, Jaroslav a kol. *Vývoj města Olomouce v letech 1930–2009 (Na základě analýzy funkčních ploch)*. Olomouc : Univerzita Palackého M.A.P.S., 2010. 16 s. ISBN 978-80-244-2698-3.
- [3] MAGISTRÁT MĚSTA OLOMOUCE. *Statutární město Olomouc – oficiální informační portál: oficiální informační portál* [online]. 2012 [cit. 2012-07-17]. Dostupné z: <http://www.olomouc.eu/o-meste>.
- [4] RICE, Michael. *Bioarchitecture* [online]. Great Britain, [2007], říjen 2010 [cit. 2012-07-9]. Dostupné z WWW: <http://www.bioarchitecture.ie>.
- [5] MANDELBROT, Benoit. B. *The fractal geometry of nature*. San Francisco: W. H. – Freeman & Co., 1982. ISBN 0-7167-1186-9.
- [6] VANČURA, Jiří. *Fraktály* [online]. 2007. vyd. Praha, 2007 [cit. 2012-07-10]. Dostupné z: <http://www.fractals.webz.cz/index.htm>.
- [7] MAŠEK, Martin. *Fraktálové kapacity* [online]. Praha, 2008 [cit. 2012-07-10]. Dostupné z: <http://www.ieee.cz/mtt/soutez08/Masek.pdf>. Bakalářská práce. Fakulta elektrotechnická ČVUT. Vedoucí práce Pavel Hazdra.
- [8] JANOŠKA, Zbyňek. *Hausdorffova dimenze při studiu sídel* [online]. Olomouc, 2011 [cit. 2012-07-10]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/janoska11/>. Diplomová práce. Katedra Geoinformatiky UPOL. Vedoucí práce Pavel Tuček.
- [9] PÁSZTO, Vít – Lukáš MAREK. In: KUREŠ, Miroslav. *Kvaternion* [online]. 2012 Matematika na pozadí geografických informačních systémů. [cit. 2012-07-10]. Dostupné z: <http://kvaternion.fme.vutbr.cz/archiv.html>.
- [10] Fraktální krajiny – realita či mýtus. In: *Péče o krajinný ráz – cíle a metody*. Ed. I. Vorel, P. Sklenička. Praha: ČVUT, 1999. s. 159-187. ISBN 80-01-01979-9.
- [11] MANN, Nicholas R. *Posvátná geometrie Washingtonu: Integrita a síla původního projektu*. Praha : Eminent, 2007. 251 s. ISBN 978-80-7281-311-7.
- [12] BATTY, Michael – LONGLEY, Paul. *Fractal Cities: A Geometry of Form and Function* [online]. San Diego, CA and London: Academic Press, 1994, 2006 [cit. 2012-07-10]. ISBN 0-12-455570-5. Dostupné z: <http://kvaternion.fme.vutbr.cz/archiv.html>.

Ing. arch. Radan Volnohradský
FA VUT Brno

ENGLISH ABSTRACT

Developments of the centre of Olomouc as based on fractal geometry, by Radan Volnohradský

A detailed description of the history and urban structure of the city of Olomouc with the delimitation of its centres gives consistent information for the application of fractal theory. The study describes the characteristics of fractals and focuses on a specific fractal, the Koch snowflake. In a generalized form the Koch snowflake can be applied to the areal structure of the city. The aim of this study is to find the best possible criteria for the development and progress of the territory around the historic centre. Partial results in a simplified simulation have evidenced a natural grow of the third dimension, which is in optimum balance with the general condensation of the urban area and the measure of existing buildings in the centre. The result is supported by a mathematical determination of fractal dimensions of the area and the perimeter of Olomouc and their relation to the locality.